

STUDI PERENCANAAN JARINGAN SOFTSWITCH PADA LEVEL TRUNK

Nur Iksan, Wahyu Dewanto

ABSTRAK

Softswitch merupakan konsep komunikasi masa depan yang dikembangkan dari pendekatan PSTN, VoIP, dan jaringan data. Sistem komunikasi ini dirancang untuk dapat memberikan layanan VoIP, data, dan multimedia, disamping dirancang juga untuk melakukan penetrasi terhadap PSTN dalam bermigrasi ke jaringan data. *Softswitch* mendukung konvergensi *voice* dan data dalam satu *platform* jaringan data. Dengan kemampuan yang dimilikinya, serta kemajuan teknologi DSP, kompresi *voice*, transport kapasitas tinggi dan standar *interoperability*, maka integrasi *voice*, data, multimedia, internet, dan PSTN ke dalam suatu infrastruktur jaringan bersama akan menjadi kenyataan.

Kata kunci : *Softswitch, Bandwidth for VoIP, Next Generation Network*

1. PENDAHULUAN

Komunikasi merupakan kebutuhan manusia yang tidak bisa diabaikan, baik dari dulu maupun sampai sekarang. Kualitas, kapasitas layanan serta fitur komunikasi selalu dikembangkan.

Sekarang ini PSTN (*Public Switched Telephone Network*) umumnya lebih menekankan pada layanan *voice* dan berpita sempit (*narrow band*). Untuk mempercepat penyediaan layanan pita lebar (*broadband*) pada jaringan tersebut maka PSTN dan PSDN (*Public Switched Data Network*) harus segera melebur menjadi satu jaringan tunggal multilayanan yang disebut dengan jaringan telekomunikasi masa depan atau NGN (*Next Generation Network*).

Ada tiga faktor utama pendorong evolusi jaringan PSTN tradisional menuju NGN. Pertama, keterbatasan arsitektur sentral PSTN eksisting. Operator telekomunikasi akan kesulitan untuk meningkatkan kemampuan PSTN untuk melayani layanan multimedia jika hanya mengandalkan upgrade versi *software* dan *hardware* pada sentral eksisting.

Kedua, tren konvergensi jaringan dan layanan. Saat ini perbedaan teknik layanan antara PSTN dan PSDN menyebabkan terjadinya pemisahan antara keduanya. PSTN yang berbasis sirkuit switch merupakan jaringan kompleks dengan ukuran yang besar, tersentralisir, dan tertutup. Sedangkan PSDN berbasis paket switch, lebih sederhana dan terdistribusi. PSDN tumbuh

dengan pesat dengan adanya internet, ekstranet, VPN (*Virtual Private Network*), serta teknologi berbasis paket lainnya.

Ketiga, regulasi telekomunikasi telah memunculkan operator-operator baru. Persaingan yang semakin ketat antar operator menyebabkan pelanggan akan berpindah ke kompetitor jika operator tersebut tak mampu memberikan layanan yang beragam, *broadband*, dan murah.

Softswitch merupakan keseluruhan sistem NGN dalam bentuk paket data yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dimasa yang akan datang. Disamping memberikan sumbangan yang besar terhadap VoIP (*Voice over Internet Protokol*), internet, dan multimedia, *Softswitch* juga dapat berintegrasi dengan PSTN. *Softswitch* sebagai keseluruhan sistem NGN, memiliki beberapa keuntungan yaitu.

1. Mendukung konvergensi *voice* dan data dalam satu jaringan data.
2. Mendukung migrasi PSTN ke jaringan data.
3. Dengan arsitektur terbuka dan terdistribusi, mengurangi dominasi ketergantungan pada pihak-pihak tertentu baik dalam pengembangan maupun operasinya.

Migrasi sistem dan jaringan PSTN tradisional menuju NGN harus dilaksanakan. Jaringan PSTN yang masih menjadi tulang punggung arsitektur telekomunikasi lambat laun tidak akan optimal

lagi untuk mengakomodasikan layanan multimedia.

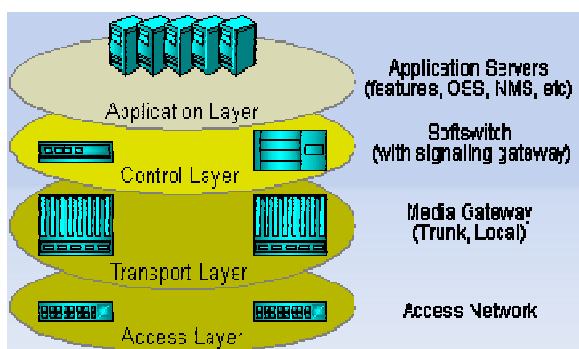
2. TEKNOLOGI SOFTSWITCH

Softswitch adalah switching berbasis software. Secara umum sistem *Softswitch* merupakan suatu sistem komunikasi yang menggunakan elemen jaringan berupa software sebagai pusat mengendalikan panggilannya. Elemen jaringan ini disebut *Softswitch*, atau sering disamakan dengan *Call Agent*, *Call Server*, atau *MGC (Media Gateway Controller)*.

Softswitch merupakan konsep komunikasi masa depan yang dikembangkan dari pendekatan PSTN, VoIP dan jaringan data. Sistem komunikasi ini dirancang untuk dapat memberikan layanan VoIP, data dan multimedia, disamping dirancang juga untuk melakukan penetrasi terhadap PSTN dalam bermigrasi ke jaringan data.

ARSITEKTUR JARINGAN SOFTSWITCH

Jaringan *Softswitch* adalah jaringan yang dikembangkan pada lingkungan jaringan data paket IP. Arsitektur yang ada mengacu pada arsitektur NGN yang membagi jaringan sesuai dengan layer fungsi masing-masing, yaitu sebagai *Access Layer*, *Transport Layer*, *Control Layer*, dan *Application Layer*. Arsitektur tersebut diwujudkan pada Gambar 1 sebagai berikut.

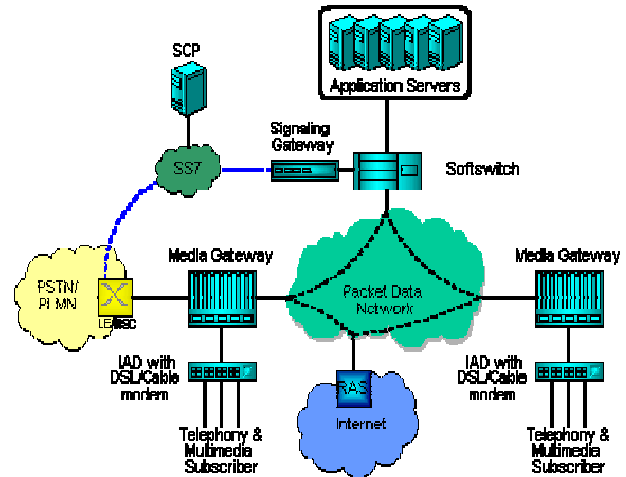


Gambar 1. Arsitektur Layer *Softswitch*

KONFIGURASI UMUM JARINGAN SOFTSWITCH

Jaringan *Softswitch* menggunakan protokol standar terbuka untuk menghubungkan masing-masing elemen jaringan. Elemen utama

jaringan *Softswitch* adalah *Media Gateway Controller*, *Media Gateway*, *Signaling Gateway*, *Application server*. Masing-masing elemen diwujudkan dalam Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan *Softswitch*

a. Media Gateway Controller

Media Gateway Controller sering juga disebut *Softswitch*, *Call Agent*, atau *Call Controller*. *Softswitch* adalah implementasi dari fungsi konektivitas (atau 'switch virtual') pada sentral generasi masa depan yang terdistribusi. Fungsi utamanya adalah sebagai switching dan control panggilan, dengan kemampuan melayani pelanggan telepon, internet, dan pelanggan multimedia.

b. Media Gateway

Media Gateway adalah implementasi fungsi transport dari sentral paket *Softswitch*. Fungsinya adalah menjembatani sistem *Softswitch* dengan jaringan lain di luar paket, seperti PSTN dan mobile, sehingga dapat membentuk satu jaringan telekomunikasi yang utuh. Jenis-jenis *Media Gateway* yaitu.

1. *Trunk Gateway*
2. *Access Gateway*

c. Signaling Gateway

Signaling Gateway berfungsi meneruskan pesan-pesan pensinyalan antara PSTN dan jaringan IP dibawah kontrol *Softswitch*. Sistem pensinyalan yang dapat diakomodasi adalah SS7.

d. Application Server

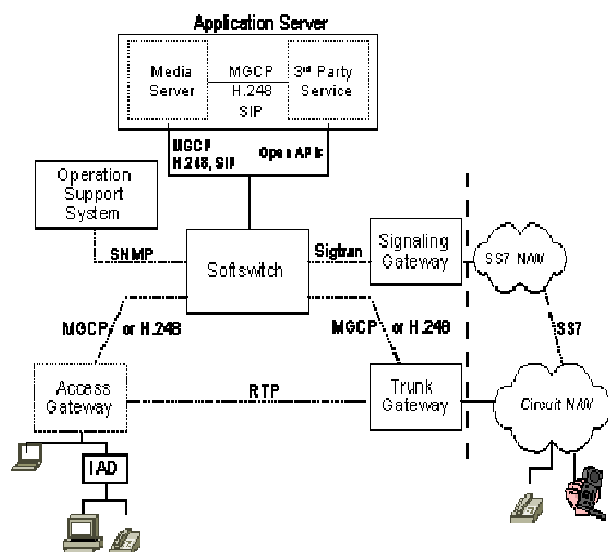
Application Server terdiri dari server-server yang akan menyediakan berbagai jenis konten layanan bagi pelanggan yang tidak dapat disediakan secara langsung oleh *Softswitch*. Layanan tersebut biasanya adalah layanan yang spesifik dengan kastemisasi yang tinggi.

Oleh karena itu setiap *Application Server* harus mendukung standar API (*Application Programming Interface*), yaitu interface yang disediakan oleh suatu program sehingga memungkinkan program lain dapat melakukan modifikasi terhadap isi dari program tersebut. Layanan yang terdapat pada *Application Server* biasanya adalah layanan berbasis IN (*Intelligent Network*) dan multimedia.

PROTOKOL-PROTOKOL PADA JARINGAN SOFTSWITCH

Softswitch mendukung berbagai standar internasional dengan mengadopsi berbagai protokol standar terbuka yang ada didalamnya.

Gambar 3 menunjukkan protokol-protokol *Softswitch* yang terdiri atas protokol H.323, SIP, MEGACO (*Media Gateway Controller*) atau H.248, MGCP (*Media Gateway Controll Protocol*), SIGTRAN, RTP (*Real Time Protocol*). Masing-masing protokol akan dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 3. Protokol-Protokol *Softswitch*

VOIP TANDEM SWITCHING

Softswitch pada jaringan VoIP Tandem Switching digunakan untuk tandem trunk circuit yang memindahkan fungsi PSTN class 4 switching. *Signaling Gateway* berfungsi sebagai konversi pensinyalan dari jaringan PSTN yang menggunakan protokol SIGTRAN (*Signaling Transport*). Fungsi dari *Trunk Gateway* sebagai media trunking untuk hubungan tandem di PSTN dengan IP ke PSTN di kontrol oleh MGC.

Gambar 4. Konfigurasi VoIP Tandem Switching

3. TAHAPAN PERENCANAAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Telkom Semarang. Tahap awal dalam perencanaan jaringan *Softswitch* adalah pengumpulan data. Data yang diperoleh berupa trafik sentral (Johar, Majapahit, Pugeran, Kota Baru, Kerten, dan Gladak), dimana data tersebut adalah data asumsi yang diperoleh dari Telkom berdasarkan data trafik September 2002.

Tabel 1. Data Trafik

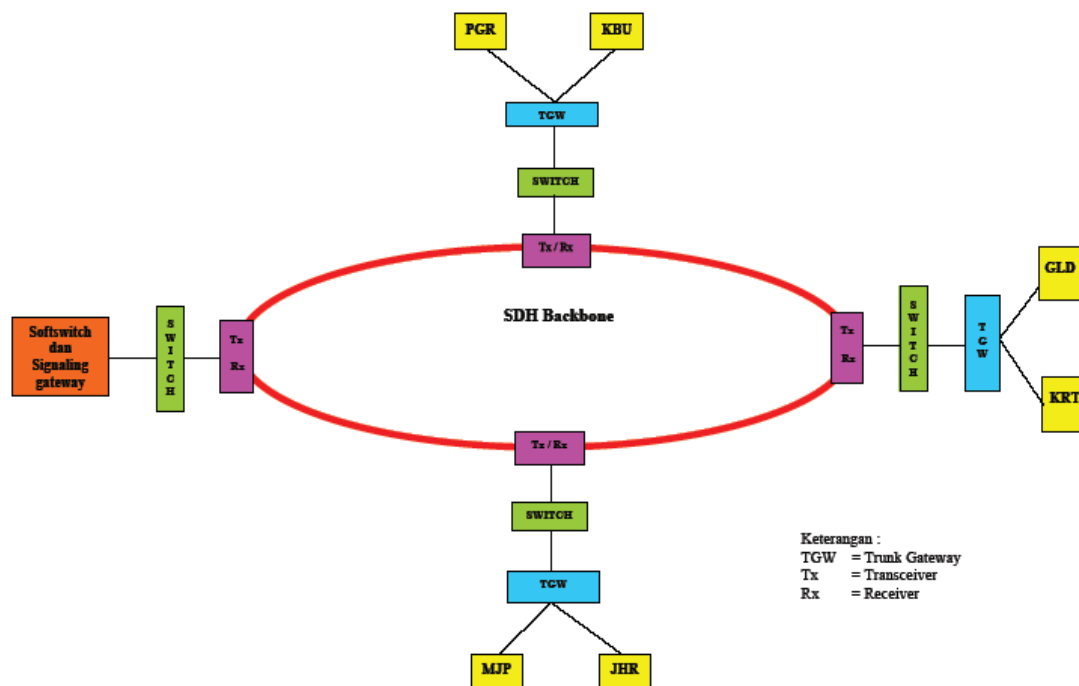
| No | Sentral | Σ Trafik |
|----|-----------|----------|
| 1 | Johar | 417,8 |
| 2 | Majapahit | 412,5 |
| 3 | Pugeran | 1.311,6 |
| 4 | Kota Baru | 1.318,2 |
| 5 | Gladak | 1.284,6 |
| 6 | Kerten | 1.211,3 |

Setelah tahap pengumpulan data selesai, tahap selanjutnya adalah tahap desain topologi, tahap dimensioning yang meliputi perhitungan kapasitas *Softswitch*, perhitungan kapasitas *Signaling Gateway*, dan perhitungan kapasitas link antar perangkat.

3.1 DESAIN TOPOLOGI

Desain topologi bertujuan untuk menentukan dimana menempatkan komponen dan interkoneksi.

Gambar berikut adalah topologi beserta komponen-komponen yang digunakan dalam perencanaan jaringan *Softswitch*.



Gambar 5. Topologi untuk Perencanaan Jaringan *Softswitch*

3.2 DIMENSIONING

Dimensioning bertujuan untuk kalkulasi ukuran optimal dari komponen-komponen dalam topologi yang dispesifikasikan dan mengacu pada batasan GOS (*Grade of Service*).

a. Perhitungan Kapasitas *Softswitch*

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan besarnya kapasitas *Softswitch* yang akan digunakan sebagai infrastruktur jaringan *Softswitch*.

Formula untuk menentukan kapasitas *Softswitch* yaitu.

$$BHCA = \frac{60 \times A}{MHTS}$$

Besarnya kapasitas *Softswitch* masing-masing sentral dapat disusun menjadi tabel berikut.

Tabel 2. Kapasitas *Softswitch*

| No | Sentral | Kapasitas <i>Softswitch</i> (BHCA) |
|-------|-----------|------------------------------------|
| 1 | Johar | 12.534 |
| 2 | Majapahit | 12.375 |
| 3 | Pugeran | 39.348 |
| 4 | Kota Baru | 39.546 |
| 5 | Gladak | 37.458 |
| 6 | Kerten | 36.339 |
| Total | | 177.600 |

Kapasitas *Softswitch* total sebesar 177.600 BHCA. Sesuai dengan spesifikasi *Softswitch vendor* sebesar 1 million BHCA, maka cukup dibutuhkan 1 *Softswitch* dengan *redundant*-nya sehingga dicapai *reliability* sebesar 99,999 %.

b. Perhitungan Kapasitas *Signaling Gateway*

Signaling Gateway yang digunakan dalam perencanaan adalah *Signaling Gateway* yang terintegrasi dengan *Softswitch*. *Signaling Gateway* yang terintegrasi dengan *Softswitch* tidak memerlukan SIGTRAN untuk berhubungan dengan *Softswitch*. Kapasitas *Signaling Gateway* merupakan kapasitas SDL (*Signaling Data Link*) dari SS7. Estimasi awal perencanaan didefinisikan sebagai berikut.

1. Setiap panggilan memerlukan 3 MSU (*Message Signal Unit*). Panjang MSU adalah 16 bit.
2. Alokasi trafik yaitu 95 % untuk trafik *voice* dan 5 % untuk trafik signaling.

Adapun perhitungan kapasitas *Signaling Gateway* dapat dinyatakan sebagai berikut.

1. Menentukan kebutuhan SDL *link* ke SS7.

Menentukan *call/jam*

$$\text{Call / jam} = \frac{60 \times 0,95 \times A}{MHTS}$$

Menentukan kapasitas SDL dalam 1 jam

$$\text{Call oktet} = \text{call / jam} \times \sum \text{oktet}$$

Maka kapasitas SDL:

$$\text{SDL} = \frac{60 \times 64000 \times 0,05 \times A}{\sum \text{MSU}} (\text{bps})$$

2. Menentukan kapasitas IP ke *Softswitch*

$$1 \text{ SDL} = 64 \text{ Kbps}$$

kapasitas IP ke *Softswitch* :

$$= \sum \text{SDL} \times 64 \text{ Kbps}$$

Besarnya kebutuhan SDL masing-masing sentral ke SS7 dapat disusun menjadi Tabel berikut.

Tabel 3. Kebutuhan SDL ke SS7

| No | Sentral | Kanal signaling |
|----|-----------|-----------------|
| 1 | Johar | 52 |
| 2 | Majapahit | 47 |
| 3 | Pugeran | 47 |
| 4 | Kota Baru | 47 |
| 5 | Gladak | 47 |
| 6 | Kerten | 47 |

Besarnya kapasitas *link* IP masing-masing sentral ke *Softswitch* dapat disusun menjadi Tabel berikut.

Tabel 4. Kapasitas *Link* IP ke *Softswitch*

| No | Sentral | Kapasitas (kbps) |
|----|-----------|------------------|
| 1 | Johar | 3.328 |
| 2 | Majapahit | 3.008 |
| 3 | Pugeran | 3.008 |
| 4 | Kota Baru | 3.008 |
| 5 | Gladak | 3.008 |
| 6 | Kerten | 3.008 |

c. Kapasitas *Link* Sentral ke *Trunk Gateway*

Untuk perangkat *Trunk Gateway*, *link* yang berhubungan dengan perangkat tersebut adalah *link* dari TDM ke *Trunk Gateway* dan dari *Trunk Gateway* ke jaringan IP. *Trunk Gateway* juga mempunyai kemampuan untuk *load*

balancing yaitu apabila salah satu *Trunk Gateway* bebannya berlebih maka masih dapat dilayani oleh *Trunk Gateway* yang lain. *Trunk Gateway* dihubungkan dengan sentral menggunakan *interface* E1.

Dengan menggunakan tabel dan *software* Erlang B serta GOS yang diisyaratkan sebesar 1 % dapat diperoleh jumlah kanal (N). Dari jumlah kanal tersebut dapat diketahui kebutuhan E1 yang digunakan untuk menghubungkan *Trunk Gateway* dengan sentral, dimana 1 E1 terdiri dari 32 kanal.

Table 5. Hasil Perhitungan Kanal dan E1

| No | Sentral | Trafik | kanal | E1 |
|-------|-----------|---------|-------|-----|
| 1 | Johar | 417,8 | 444 | 14 |
| 2 | Majapahit | 412,5 | 438 | 14 |
| 3 | Pugeran | 1.311,6 | 1.341 | 42 |
| 4 | Kota Baru | 1.318,2 | 1.348 | 43 |
| 5 | Gladak | 1.284,6 | 1.314 | 42 |
| 6 | Kerten | 1.211,3 | 1.241 | 39 |
| Total | | 5956 | 6.126 | 194 |

d. Kapasitas *Link* *Trunk Gateway* ke Jaringan IP

Perhitungan kapasitas ke jaringan IP dilakukan dengan menggunakan *codec* G.729 dengan *payload* sebesar 20 *byte*. Besar kapasitas total jaringan adalah sebagai berikut.

- Full rate* = jumlah kanal x 26,4 kbps
- cRTP = jumlah kanal x 11,2 kbps
- VAD = jumlah kanal x 21,6 kbps
- cRTP + VAD = Jumlah kanal x 6,4 kbps

Kapasitas *link* *Trunk Gateway* dengan jaringan IP dapat disusun menjadi Tabel berikut.

Tabel 6. Kapasitas dengan *Full Rate*

| No | Sentral | Kapasitas <i>Full Rate</i> (kbps) |
|-----------------|-----------|-----------------------------------|
| 1 | Johar | 11.721,6 |
| 2 | Majapahit | 11.563,2 |
| 3 | Pugeran | 35.402,4 |
| 4 | Kota Baru | 35.587,2 |
| 5 | Gladak | 34.689,6 |
| 6 | Kerten | 32.762,4 |
| Bandwidth Total | | 161.726,4 |

| | |
|-----------------|-----------------|
| Bandwidth Total | 39.206,4 |
|-----------------|-----------------|

Tabel 7. Kapasitas dengan cRTP

| No | Sentral | Kapasitas cRTP (kbps) |
|-----------------|-----------|-----------------------|
| 1 | Johar | 4.972,8 |
| 2 | Majapahit | 4.905,6 |
| 3 | Pugeran | 15.019,2 |
| 4 | Kota Baru | 15.097,6 |
| 5 | Gladak | 14.716,8 |
| 6 | Kerten | 13.899,2 |
| Bandwidth Total | | 68.611,2 |

Tabel 8. Kapasitas dengan VAD

| No | Sentral | Kapasitas cRTP (kbps) |
|-----------------|-----------|-----------------------|
| 1 | Johar | 9.590,4 |
| 2 | Majapahit | 9.460,8 |
| 3 | Pugeran | 28.965,6 |
| 4 | Kota Baru | 29.116,8 |
| 5 | Gladak | 28.382,4 |
| 6 | Kerten | 26.805,6 |
| Bandwidth Total | | 132.321,6 |

Tabel 9. Kapasitas dengan cRTP dan VAD

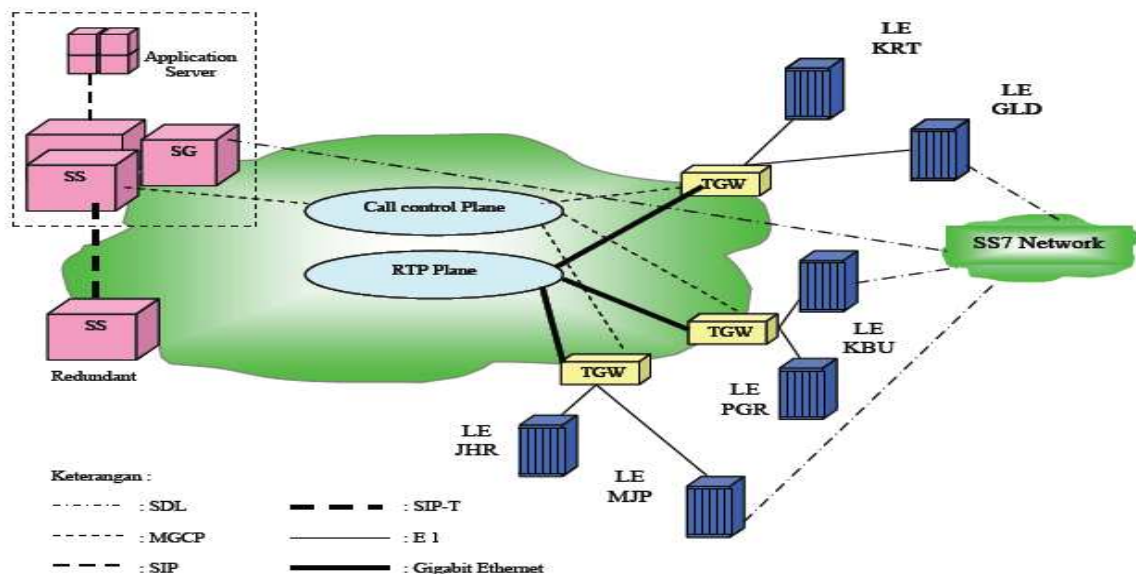
| No | Sentral | Kapasitas cRTP+VAD |
|----|-----------|--------------------|
| 1 | Johar | 2.841,6 |
| 2 | Majapahit | 2.803,2 |
| 3 | Pugeran | 8.582,4 |
| 4 | Kota Baru | 8.627,2 |
| 5 | Gladak | 8.409,6 |
| 6 | Kerten | 7.942,4 |

3.3 DESAIN JARINGAN SOFTSWITCH

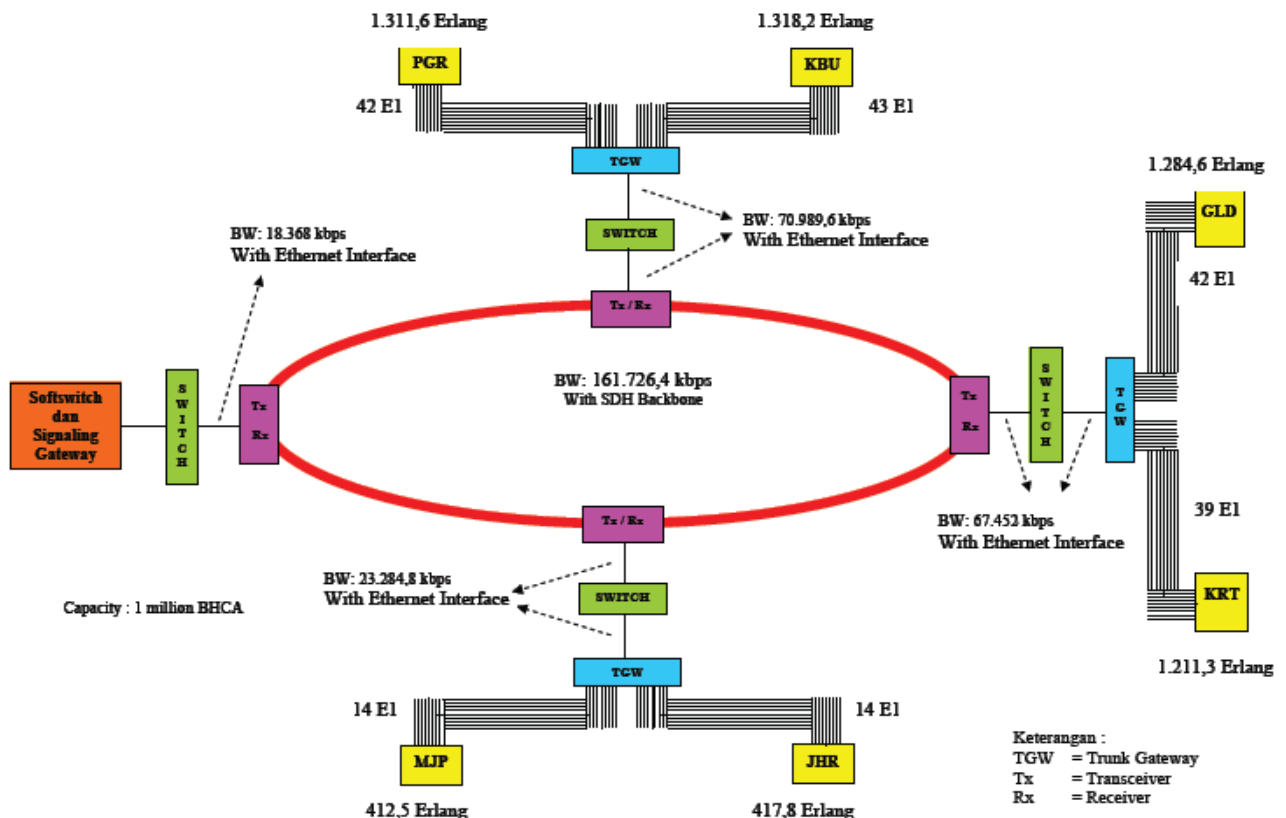
Secara *logical* konfigurasi jaringan *Softswitch* terdiri dari perangkat-perangkat utama. Perangkat-perangkat tersebut berada di *layer 3* yaitu *layer network*.

Softswitch akan bekerja di tataran pengaturan panggilannya (*call control*) serta *call processing*. *Softswitch* akan mengontrol panggilan yang masuk untuk mengetahui jenis media panggilan dan tujuannya. *Softswitch* akan berhubungan dengan *Softswitch* yang lain, baik itu yang berada di jaringan maupun berbeda jaringan, dengan mengirimkan protokol sinyal SIP-T. Untuk jaringan sirkit, *Softswitch* akan mengirimkan SS7, sementara jika berhubungan dengan jaringan paket, maka *Softswitch* akan menggunakan H.323 atau SIP.

Konfigurasi fisik jaringan *Softswitch* menunjukkan ketentuan pemakaian kapasitas masing-masing perangkat dan kapasitas *link* antar perangkat serta kapasitas *cloud backbone* IP.



Gambar 6. Konfigurasi *Logical Jaringan Softswitch*

Gambar 7. Konfigurasi fisik Jaringan *Softswitch*

3.4 JENIS DAN JUMLAH PERANGKAT

Berdasarkan konfigurasi fisik jaringan *Softswitch* pada Gambar 7 dapat ditentukan jenis dan jumlah perangkat-perangkat yang akan digunakan untuk membangun jaringan *Softswitch*.

Tabel 10. Daftar Kebutuhan Perangkat-Perangkat
Jaringan *Softswitch*

| No | Device | Required | Remarks |
|----|--------------------------|----------|--|
| 1 | <i>Softswitch</i> Master | 1 unit | <i>Softswitch</i> + <i>Signaling Gateway</i> |
| 2 | <i>Softswitch</i> Slave | 1 unit | |
| 3 | <i>Trunk Gateway</i> | 3 unit | |
| 4 | Application Server | | |
| | a. NMS Server | 1 unit | |
| | b. OSS Server | 1 unit | |
| 5 | Layer 3 switch | 4 unit | |

| | | | | |
|---|----------------------|---|--------|-----------------------------|
| 6 | Transeiver receiver | + | 4 unit | |
| 7 | Interface | | | |
| | a.E1 Interface | | | Interface to Local Exchange |
| | b.Ethernet Interface | | | Interface to Data Network |
| 8 | SDH | | 3 unit | |

3.5 ANALISIS HASIL PEMBAHASAN

Hasil perencanaan jaringan *Softswitch* pada Gambar 6 dan Gambar 7 dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. *Softswitch* yang digunakan adalah *Softswitch class 4*, *Signaling Gateway* yang terintegrasi dengan *Softswitch*, *Application Server*, dan (OSS) *Operating Support System* dipasang di Semarang

karena dekat dengan pusat pemeliharaan jaringan telekomunikasi Divre IV.

2. *Redundant Softswitch* dipasang untuk mencapai *reliability* sebesar 99,999 %. *Redundant Softswitch* atau *Softswitch slave* berfungsi sebagai *back up* jika *Softswitch* master mengalami kendala (jatuh). Peletakan *redundant* harus berbeda tempat dan sebisa mungkin lokasi *Redundant Softswitch* dan *Softswitch* tidak terlalu jauh sehingga memudahkan untuk memonitoring.
3. *Trunk Gateway* yang dibutuhkan dalam perencanaan ada tiga dimana masing-masing *Trunk Gateway* dihubungkan dua sentral. *Trunk Gateway* Semarang dihubungkan ke sentral Majapahit dan sentral Johar, *Trunk Gateway* Solo dihubungkan ke sentral Gladak dan sentral Kerten, *Trunk Gateway* Jogja dihubungkan sentral Pugeran dan sentral Kota Baru. Pemasangan tiga *Trunk Gateway* di tiga wilayah yang berbeda bertujuan untuk optimalisasi jaringan yaitu untuk menghindari penggunaan *link* yang boros yang menyebabkan semakin besarnya kebutuhan E1. Adanya *Trunk Gateway* membuat pelanggan yang berbasis jaringan IP dapat berhubungan dengan pelanggan PSTN yang berbasis TDM demikian sebaliknya.
4. *Interface Trunk Gateway* yang terhubung ke sentral-sentral menggunakan E1, ke jaringan IP dengan SDH dan ke *Softswitch* dengan *Ethernet*. Interface-interface itu harus berbasis IP.
5. OSS, dan *Application server* ke *Softswitch* dengan *Ethernet* yang berbasis IP.

3.6 KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan jaringan *Softswitch* untuk level trunk di Semarang dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Perencanaan jaringan *Softswitch* ini hanya memerlukan 1 buah *Softswitch* dengan kapasitas 1 *million* BHCA.
- b. Penggunaan jaringan IP mempunyai kapasitas yang lebih hemat.
- c. Kebutuhan E1 paling besar ada pada sentral Kota Baru. Hal ini karena trafik sentral Kota Baru lebih besar daripada sentral lain yaitu 1.318,2 Erlang.
- d. Kapasitas *Trunk Gateway* ke jaringan IP dilakukan dengan *full rate*, cRTP, VAD, cRTP dan VAD. Kapasitas *full rate* sebesar 161.726,4 kbps, kapasitas cRTP sebesar 68.611,2 kbps, kapasitas VAD sebesar 132.321,6 kbps, kapasitas cRTP+VAD sebesar 39.206,4 kbps. Dari kapasitas-kapasitas tersebut dapat dinyatakan bahwa cRTP dan VAD mempunyai kapasitas paling kecil sedangkan *full rate* paling besar.

3.7 DAFTAR PUSTAKA

- Franklin D. Orthman, JR., 2003, *Softswitch Architecture for VoIP*, Mc Graw-Hill Networking, New York.
- Sutedjo, Budi Dharma Oetomo, *Konsep dan Perancangan Jaringan Komputer*, Yogyakarta, Andi.
- Sutanta, Edhy, 2005, *Komunikasi Data dan Jaringan Komputer*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Tharom, Tabratas dan Onno W Purbo, 2001, *Buku Pintar Internet: Teknologi VoIP (Voice over Internet Protokol)*, Jakarta, PT. Elex Media Komputindo.

<http://www.google.com/Softswitch>

<http://www.google.com/next-generation-network>

<http://www.isc.com/>

www.cisco.com/go/cim

www.metaswitch.com/

BIOGRAFI

Nur Iksan lahir di Grobogan, 07 Maret 1983. lulus Sarjana Teknik Elektro UNNES Semarang tahun 2005. Pernah melaksanakan riset Perencanaan Jaringan *Softswitch* di Telkom Divre IV Semarang. Bidang yang diminati adalah Telecommunication Network, Network Planning, Data communication, dan Komputer.

Email : x_zandizini@plasa.com

Telepon : +6281326003768